

Curso 2013-14

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DEL COLEGIO MAYOR LLUÍS VIVES

04 sep. 14

AUTOR:

MIGUEL GARCÍA MARTINEZ

TUTOR ACADÉMICO:

IGNACIO ENRIQUE GUILLÉN GUILLAMÓN
Física Aplicada



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

ETS de Ingeniería de Edificación
Universitat Politècnica de València

Resumen

El trabajo realizado consiste en el estudio del estado actual del Colegio Mayor Lluís Vives a nivel energético. Se estudiará en primer lugar su envolvente térmica y sus sistemas, para posteriormente, mediante el programa informático CE3X, ver sus características de emisiones de CO₂, demandas y consumos energéticos.

Una vez obtenidos los resultados, se analizará si el edificio cumpliría o no las exigencias del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

Por último, se hará una pequeña propuesta de aquellas características que se deberían mejorar para que en el caso de una posible rehabilitación, pudieran cumplir, como mínimo, con la normativa básica española.

The study carried out consists of the research on the Residence hall Lluís Vives current status, especially in its energy field. Firstly, its exterior insulation and finishing system will be studied. Then, using CE3X software, its CO₂ emissions performance/characteristics, necessities and energy consumption will be observed.

Once the results of this study were obtained, we will analyze whether the building would be in compliance with the Spanish Technical Building Code demands in its Basic Document of Energy Saving.

Finally, a proposal will be made of those characteristics that should be improved so that in case of restoration it could meet, at least, the conditions of the Spanish legislation.

Palabras clave: Código Técnico de la Edificación, Eficiencia Energética, Colegio Mayor Lluís Vives.

Keywords: *Technical Building Code, Energy Efficiency, Residence hall Lluís Vives.*

Acrónimos utilizados

ACS: Agua Caliente Sanitaria

CTE: Código Técnico de la Edificación

DB: Documento Básico

HE: Ahorro de Energía

RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios

SATE: Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior

Índice

Resumen	1
Acrónimos utilizados	3
Índice	4
Capítulo 1.....	6
Introducción	6
1 Motivación.....	9
2 Objetivos.....	10
3 Colegio Mayor Lluís Vives	11
1.3 Historia.....	11
2.3 Descripción del edificio.....	12
3.3 Memoria constructiva	17
4.3 Reportaje fotográfico	23
4 Plan de trabajo.....	28
1.4 CE3X.....	28
2.4 Código Técnico de la Edificación.....	33
3.4 Edificio de referencia	41
5 Desarrollo y resultados.....	47
1.5 Introducción del edificio en CE3X.....	47

2.5	Cumplimiento DB – HE	64
6	Propuesta de mejora	70
1.6	Medidas pasivas.....	70
2.6	Medidas Activas.....	71
Capítulo 2.....		73
Conclusiones.....		73
Capítulo 3.....		75
Referencias Bibliográficas.....		75
Capítulo 4.....		77
Índice de Tablas		77
Índice de Figuras.....		79
Anexo I.....		81
Anexo II.....		82
Anexo III.....		83
Anexo IV.....		84
Anexo V.....		85
Anexo VI.....		86
Anexo VII.....		87

Capítulo 1.

Introducción

MODALIDAD: Desarrollo de Proyectos Técnicos de Construcción.

AREA TEMÁTICA: Construcción y medio ambiente.

TIPO DE PROYECTO: Eficiencia Energética.

¿Qué es la Eficiencia Energética? La Eficiencia Energética consiste en conseguir que el consumo de energía de los edificios (de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación, en caso de edificios de uso terciario) sea el menor posible, incluso pudiendo llegar a consumos de energía casi nulos.

Para reducir este consumo de energía, tenemos dos factores en los que podemos intervenir, uno es la demanda de energía del edificio para llegar a un confort adecuado y el otro es el rendimiento de los sistemas. En la siguiente expresión podemos ver con más detalle el efecto de estos dos factores:

$$\textit{Consumo de Energía} = \frac{\textit{Demanda de Energía}}{\textit{Rendimiento de los Sistemas}}$$

Observamos que al aumentar la demanda de energía del edificio, aumentaría el consumo de energía de este y al disminuir la demanda, disminuye con ella el consumo. Al contrario ocurre con el rendimiento de los sistemas, al tener un mayor rendimiento, el consumo energético disminuye, y al tener un menor rendimiento, aumenta el consumo energético.

Para reducir el primer factor, tenemos las medidas pasivas, estas medidas consisten en intervenir en la envolvente del edificio (fachada, cubierta, carpinterías...) de tal manera que logremos aislar el edificio del exterior para que, en condiciones de frío, este mantenga el calor en su interior y la demanda de calefacción sea la menos posible, pero intentando aprovechar el calor del sol para calentar nuestra vivienda. Para condiciones climáticas de calor, conseguir que no entre este en el edificio, controlando así la demanda de refrigeración. Además, dentro de las medidas pasivas del edificio, también podemos actuar realizando una buena ventilación natural, de tal manera que no necesitemos de sistemas de ventilación adicionales en el edificio.

Por otro lado, tenemos el factor del rendimiento de los sistemas, para mejorarlo debemos adoptar lo que se denominan, medidas activas. Estas medidas son las que afectan a los sistemas de calefacción, refrigeración, iluminación, producción de ACS...

Para mejorar los rendimientos, debemos usar buenos sistemas y combustibles eficientes que, para aclimatar un local con unas condiciones determinadas, necesiten menos consumo energético que otro. En caso de rehabilitaciones, se consigue cambiando calderas, combustibles...

Por otro lado, también podemos reducir el consumo de energía incorporando en nuestro edificio sistemas cuya principal fuente sean las energías renovables, como por ejemplo, captadores solares, que aprovechan la energía del sol para la producción de ACS o placas fotovoltaicas, que aprovechándose también de la energía solar, producen electricidad que podría servir para iluminar nuestro edificio. Este tipo de sistemas, es recomendable que tenga un sistema de apoyo para el caso de no poder utilizar las energías renovables (en un día nublado, no podremos captar la energía solar al 100%).

Pero sin duda, uno de los factores que también afectan al consumo energético, es el social, por muy eficiente que pueda ser un edificio, si el uso que se hace de los sistemas no es el adecuado, el consumo energético seguirá siendo alto. Por lo tanto, la conciencia social también es un factor importante a la hora del ahorro energético.

1 Motivación

Hoy en día, el tema de la Eficiencia Energética de los edificios es uno de los temas de mayor importancia en el sector de la construcción. Debido a la situación actual en la que están apareciendo nuevas normativas en las que exigen a los edificios que las demandas de energía para acondicionar sus estancias sean lo más bajas posibles, y que el poco consumo que tenga, proceda de energías renovables, pienso que este era un buen tema para realizar mi trabajo.

Elegí el Colegio Mayor Lluís Vives ya que se trata de un edificio emblemático de la ciudad de Valencia, y además es un edificio singular, en el que tiene muchos detalles arquitectónicos únicos. Por otro lado, se encuentra cerrado, debido a problemas estructurales, y por lo tanto se está proponiendo una posible rehabilitación. Con el presente trabajo va a realizar un pequeño estudio energético que podría servir en una posible rehabilitación a mejorar los aspectos ecológicos del edificio.

2 Objetivos

Los objetivos principales en el trabajo realizado son los siguientes:

- Analizar el estado actual del Colegio Mayor Lluís Vives en lo referente a consumos de energías.
- Comprobar que apartados del Documento Básico de Ahorro de Energía cumpliría y cuáles no.
- Pequeña propuesta acerca de cuáles serían los puntos en los que se debería intervenir para el cumplimiento del HR.

3 Colegio Mayor Lluís Vives

1.3 Historia

A principios de la década de los 30, durante el periodo de la segunda República Española, la Universidad de Valencia decidió realizar una Residencia de Estudiantes la cual formaría parte de la futura Ciudad Universitaria de Valencia, similar a la ya existente en Madrid, a instancias del rector de la universidad el Dr. Juan Peset Aleixandre.

El encargado de realizar el proyecto de este edificio fue el arquitecto Francisco Javier Goerlich Lleó que, en agosto de 1935, tras la aprobación del decreto que autorizaba la construcción de la Residencia de Estudiantes, tuvo listo el proyecto de esta. No obstante, debido al inicio de la Guerra Civil Española (1936 – 1939) se paralizaron las obras del edificio y no fue retomado hasta 1941, que con la entrada del nuevo régimen franquista, se realizaron algunas modificaciones sobre el proyecto original, acabando con su modelo laico e innovador.

Algunas de estas modificaciones fueron la sustitución de la biblioteca por una capilla en 1945. Durante el régimen, se aprobó la construcción de otro Colegio Mayor dirigido por el Movimiento Nacional que se instaló en el edificio proyectado por Goerlich aprovechando su simetría. Por lo tanto el edificio quedó partido en dos colegios con una misma puerta de entrada, la parte izquierda pertenecía a la SEU (Sindicato Español Universitario) que albergaba el Colegio Mayor Alejandro Salazar y la parte derecha pertenecía a la Universidad de Valencia y albergaba el Colegio Mayor Lluís Vives. Las dos últimas alas del edificio se acabaron en 1954 y 1957 siendo su inauguración el 9 de octubre de 1954 a cargo del entonces Jefe de Estado, Francisco Franco.

Durante algunos unos años, el edificio no tuvo ninguna modificación, hasta 1980, durante la democracia, cuando se unieron los dos colegios, el Colegio Mayor Lluís Vives y el Colegio Mayor Alejandro Salazar, convirtiéndose en el primer colegió mixto del estado. En la década de los 90 se añadieron al edificio un gimnasio, una sala de informática y sala de video. En 1996, los arquitectos Antonio Escario y Carlos Montesinos realizaron la reforma de la capilla para convertirla en un salón de actos que se le llamó Auditorio Montaner. La reforma fue finalizada en 1998.

El 31 de julio de 2012, en Colegio Mayor Lluís Vives cerró sus puertas debido a problemas estructurales y falta de fondos. En un principio, se pretendía realizar un cambio de uso para instalar una residencia para investigadores. Actualmente, este proyecto, está paralizado. Se ha realizado algún informe que aconseja derribar el edificio, ya que la estructura se encuentra muy dañada, y la reforma de este sería inviable. Por otro lado, se está luchando por la conservación del edificio, ya que se trata de un patrimonio histórico que tiene la ciudad de Valencia, y para muchas personas que han residido en el Colegio Mayor Lluís Vives, esta residencia representa una parte importante de sus vidas.

2.3 Descripción del edificio

A continuación describiremos el edificio a estudiar, esta información se complementa con los planos que disponemos del Colegio Mayor Lluís Vives en el **Anexo I** del presente trabajo.

Situación

El Colegio Mayor Lluís Vives se encuentra en la Universidad de Valencia, en la Avenida de Blasco Ibáñez, número 23, en la localidad de Valencia. (Ver Figura 1).



*Figura 1: Situación Lluís Vives
Fuente: Google Maps*

Se trata de un edificio de carácter aislado. En la zona norte del edificio encontramos la Facultad de Óptica, en la zona oeste del edificio se encuentra la Facultad de Psicología. La zona este da a la calle de Gascó Oliag y por último, en la parte sur del edificio nos encontramos con la Avenida de Blasco Ibáñez.

Uso

El edificio está destinado a uso residencial público. Dispone de planta semisótano y planta baja donde se encuentran todas las zonas que no son destinadas a las habitaciones y cuatros plantas piso, donde encontramos las habitaciones tanto de alumnos como de profesores.

En la Tabla 1, se puede ver los distintos recintos y los usos de estos que hay en cada una de las plantas del Colegio Mayor Lluís Vives:

Tabla 1: Recintos por planta

PLANTA SEMISOTANO		PLANTA PRIMERA	
Zonas comunes	5	Zonas comunes	1
Baños/Camerinos	6	Escaleras	4
Cocina	1	Baños habitaciones	23
Sala bellas artes	1	Baños comunes	3
Laboratorio fotografía	1	Habitaciones con baño	23
Sala TV	2	Habitaciones	26
Cine	1	Sala de mantenimiento	3
Sala informática	1	Ascensores/Montacargas	3
Gimnasio	1	Terrazas	2
Sala de música	1	PLANA SEGUNDA	
Zona recreativa	1	Zonas comunes	1
Sala estudios	2	Escaleras	4
Sala de mantenimiento	3	Baños comunes	6
Almacenes	6	Habitaciones	58
Cuarto basura	1	Sala de mantenimiento	4
Archivo	2	Ascensores/Montacargas	3
Sala de calderas	1	PLANTA TERCERA	
Sala bomba frio-calor	1	Zonas comunes	1

PLANTA SEMISOTANO		PLANTA TERCERA	
Sala de contadores	1	Escaleras	4
Ascensor/Montacargas	1	Baños comunes	2
PLANTA BAJA		Habitaciones	23
Zonas comunes	9	Sala de mantenimiento	2
Recepción	1	Ascensores/Montacargas	3
Sala de estar	1	Terrazas	4
Baños	5	PLANTA CUARTA	
Cocina bar	1	Zonas comunes	2
Bar	1	Escaleras	3
Office	1	Baños comunes	3
Auditorio	1	Habitaciones	8
Sala de estudios	1	Ascensores/Montacargas	2
Salón de actos	1	Sala maquinas ascensor	1
Sala de actividades	1	Dormitorios	4
Sala TV	1	Salón/comedor	1
Administración	1	Pasillo	3
Despacho director	1	Baños	2
Comedor	2	Cocina	1
Almacén	1	Terrazas	2
Almacén bar	1	PLANTA CUBIERTA	
Almacén biblioteca	3	Sala maquinas ascensor	2
Cabinas/Armarios	6	Terraza	2
Parking bicicletas	1		
Ascensores/Montacargas	3		

Superficies

En las siguientes tablas podemos ver las superficies del edificio totales y por planta. En la Tabla 2 se reflejan las superficies construidas, en la Tabla 3 tenemos las superficies útiles, contabilizando zonas no habitables (como cuartos de máquinas o ascensores) y terrazas a la mitad de su valor. Por último, en la Tabla 4 obtenemos la superficie habitable del edificio, esta superficie total será la que nos sirva a la hora del cálculo del certificado energético:

Tabla 2: Superficies construidas por planta y total

SUPERFICIE CONSTRUIDA	9.033,40 m²
PLANTA SEMISÓTANO	1.796,58 m ²
PLANTA BAJA	1.850,07 m ²
PLANTA PRIMERA	1.816,53 m ²
PLANTA SEGUNDA	1.363,17 m ²
PLANTA TERCERA	1.191,94 m ²
PLANTA CUARTA	575,93 m ²
PLANTA CUBIERTA	439,18 m ²

Tabla 3: Superficies útiles por planta y total

SUPERFICIE ÚTIL	6.355,18 m²
PLANTA SEMISÓTANO	1.315,21 m ²
PLANTA BAJA	1.547,29 m ²
PLANTA PRIMERA	1.153,58 m ²
PLANTA SEGUNDA	986,94 m ²
PLANTA TERCERA	737,58 m ²
PLANTA CUARTA	403,96 m ²
PLANTA CUBIERTA	210,62 m ²

Tabla 4: Superficies habitables por planta y total

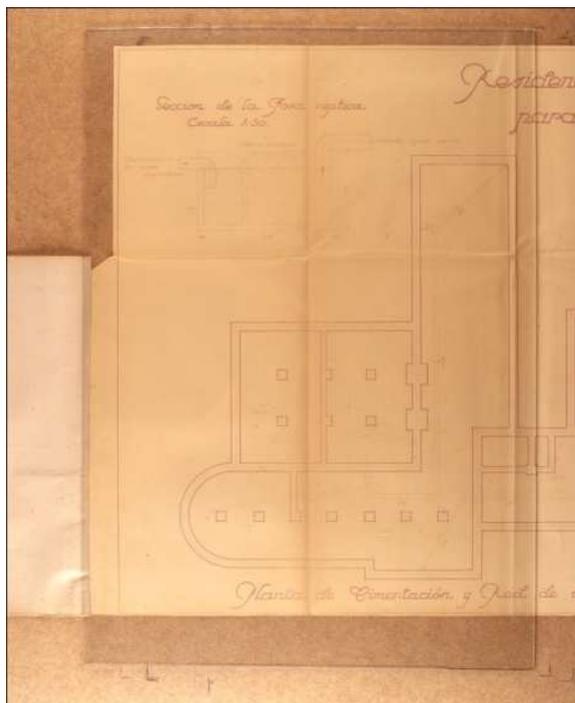
SUPERFICIE HABITABLE	5.004,76 m²
PLANTA SEMISÓTANO	990,66 m²
PLANTA BAJA	1.441,30 m²
PLANTA PRIMERA	936,03 m²
PLANTA SEGUNDA	879,93 m²
PLANTA TERCERA	431,97 m²
PLANTA CUARTA	324,87 m²
PLANTA CUBIERTA	0,00 m²

3.3 Memoria constructiva

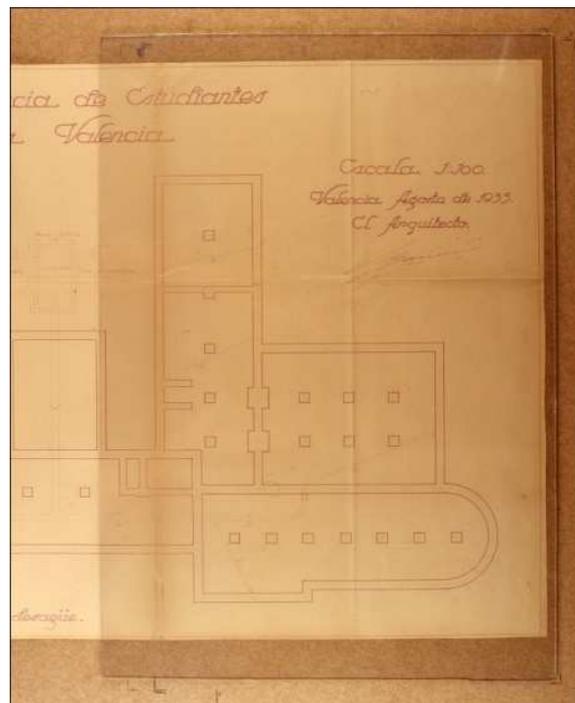
En el siguiente apartado vamos a ver las distintas partes del sistema constructivo del Colegio Mayor Lluís Vives. Teniendo en cuenta que el edificio permanece cerrado y no se puede acceder a él, y no se ha podido conseguir ningún tipo de documentación del proyecto, únicamente planos de planta, algunas de las terminaciones constructivas del edificio se estimarán por el año de construcción y los planos disponibles.

Cimentación y estructura

La cimentación del edificio está formada por muros de ladrillo macizo o mampostería perimetrales y zapatas aisladas también formadas por ladrillos macizos o mampostería. En las Figuras 2 y 3 podemos ver el plano de cimentación del primer proyecto realizado del Colegio Mayor Lluís Vives. Sobre esta cimentación se dispone de una solera de hormigón macizo de aproximadamente 20 cm de espesor.



*Figura 2: Cimentación Lluís Vives
Fuente: Patrimonio cultural de
Valencia*



*Figura 3: Cimentación Lluís Vives
Fuente: Patrimonio cultural de
Valencia*

El muro en contacto con el terreno de la planta semisótano está compuesto por una hoja de dos pies de espesor de ladrillo macizo catalán.

La estructura del edificio está compuesta por pilares y vigas de hormigón, podemos ver en las Figuras 4 y 5 el plano de pilares y crujeas del mismo proyecto que la anterior imagen. El forjado está compuesto por viguetas metálicas y bovedillas cerámicas y tiene un espesor de 25 cm.

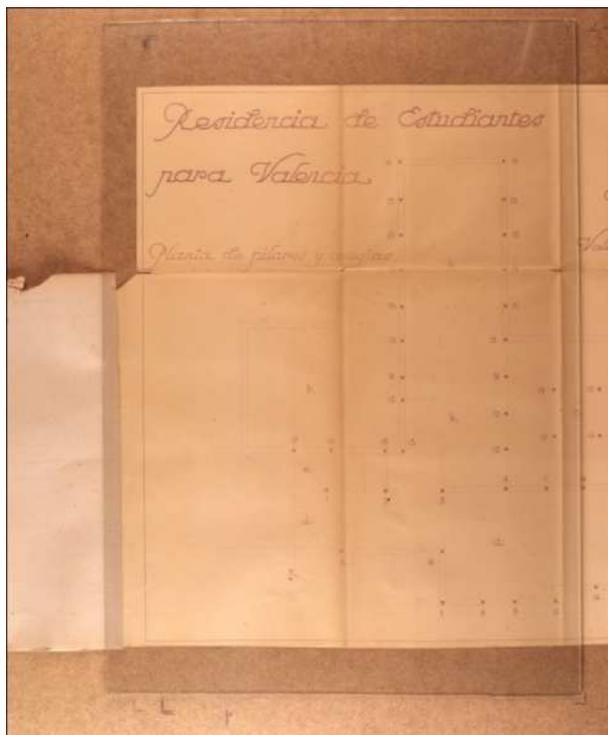


Figura 4: Pilares y cruías
Fuente: Patrimonio cultural de Valencia

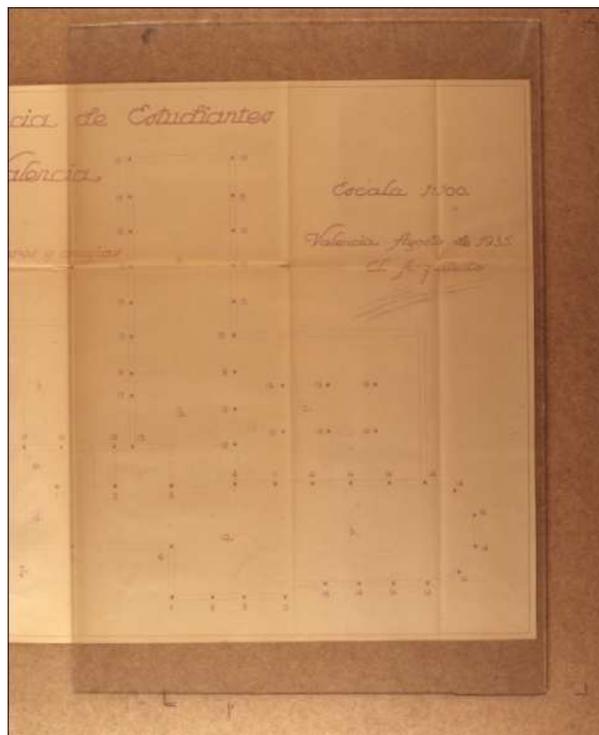


Figura 5: Pilares y cruías
Fuente: Patrimonio cultural de Valencia

Cerramientos

El Colegio Mayor Lluís Vives tiene dos tipos de cerramientos, uno que pertenece a la zona de la residencia y el cerramiento correspondiente a la antigua capilla.

El cerramiento de la zona residencial está compuesto por una doble hoja de ladrillo macizo catalán, la hoja principal tiene un pie de espesor y la hoja interior es de medio pie. Dispone de una cámara de aire sin ventilar de 2 cm de espesor. El revestimiento exterior está formado por un revoco de mortero de 2 cm de espesor que forma un motivo que asemeja un aplacado. Dispone de un pequeño zócalo de piedra de 75 cm de altura. El revestimiento interior es un enlucido de yeso. El

espesor total del cerramiento es de 50 cm. En la Tabla 5 podemos observar las capas del cerramiento y su transmitancia.

Tabla 5: Solución constructiva de la fachada del Lluís Vives

		MATERIAL	ESPESOR
FACHADA 1 (Lluís Vives)		Mortero de cemento d > 2000	0,020 cm
		1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
		Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
		Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
		½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020 cm
		ESPESOR TOTAL	0,500 cm
		TRANSMITANCIA TÉRMICA	1,240 W/m²K

El cerramiento de la antigua capilla es similar al del resto del edificio, está formado por una doble hoja de ladrillo macizo catalán, la hoja principal tiene un pie de espesor y la interior medio pie. La diferencia la tenemos en los revestimientos, tanto interior como exterior. En ninguno de los dos casos tiene revestimiento, se trata de un acabado a caravista. La parte exterior del cerramiento está dispuesta mediante un aparejo flamenco. En la Figura 6 observamos este tipo de disposición.



*Figura 6: Aparejo flamenco
Fuente: Propia*

En la Tabla 6 vemos las distintas capas de cerramiento y su transmitancia.

Tabla 6: Solución constructiva de la fachada del auditorio Montaner

	MATERIAL	ESPEJOR
FACHADA 2 (Capilla)	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	ESPEJOR TOTAL	0,460 cm
	TRANSMITANCIA TÉRMICA	1,310 W/m²K

Cubierta

Se trata de una cubierta plana transitable. La pendiente está formada mediante tabiquillos conejeros que forman una cámara de aire ventilada en la cubierta. Sobre los tabiquillos conejeros se dispone una capa de regularización con bardos y mortero de cemento. Dispone de una lámina de PVC a modo de impermeabilización y un pavimento formado por plaquetas cerámicas. A este tipo de cubierta se le denomina cubierta catalana. En la Tabla 7 observamos las distintas capas y su transmitancia.

Tabla 7: Solución constructiva de la cubierta del Lluís Vives

		MATERIAL	ESPESOR
CUBIERTA CATALANA		Plaqueta cerámica	0,010 cm
		Mortero de agarre d > 2000	0,020 cm
		Impermeabilización PVC	0,001 cm
		Tablero de bardos cerámicos	0,040 cm
		Cámara de aire ligeramente ventilada	0,100 cm
		FU con bovedilla cerámica y viguetas metálicas	0,250 cm
		Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
		Cámara de aire no ventilada	0,100 cm
		Falso techo de placas de escayola	0,015 cm
		ESPESOR TOTAL	0,546 cm
	TRANSMITANCIA TÉRMICA	1,090 W/m²K	

Particiones interiores

Las particiones interiores están formadas por ladrillo macizo catalán dispuesto de canto, con un grosor de 5 cm. El revestimiento está formado por enlucido de yeso de 2 cm de espesor.

Pavimentos y falsos techos

El pavimento del Lluís Vives está formado por baldosas de piedra artificial cogidas mediante mortero de agarre. En cuanto al falso techo, presente en la mayor parte del edificio, está formado mediante escayola cogida por estopadas.

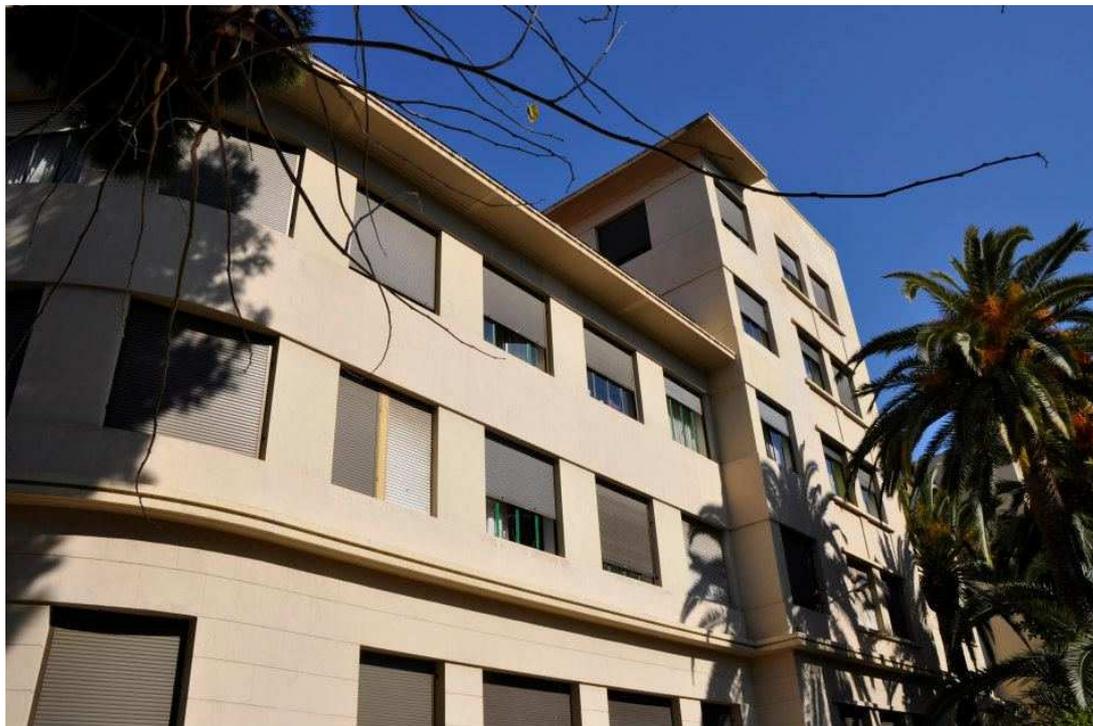
Carpinterías

Las ventanas del edificio están formadas por carpintería metálica sin rotura de puente térmico con acabado en color verde. El acristalamiento es simple con una hoja de 4 mm de espesor. Las ventanas son abatibles y poco estancas.

4.3 Reportaje fotográfico



*Figura 7: Puerta principal del Colegio Mayor Lluís Vives
Fuente: Propia*



*Figura 8: Fachada sur Colegio Mayor Lluís Vives
Fuente: Propia*



*Figura 9: Fachada este Lluís Vives
Fuente: Propia*



*Figura 10: Fachada este Lluís Vives
Fuente: Propia*

Trabajo Fin de Grado Miguel García Martínez

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València



*Figura 12: Fachada norte Colegio Mayor Lluís Vives
Fuente: Propia*



*Figura 11: Fachada este Colegio Mayor Lluís Vives
Fuente: Propia*



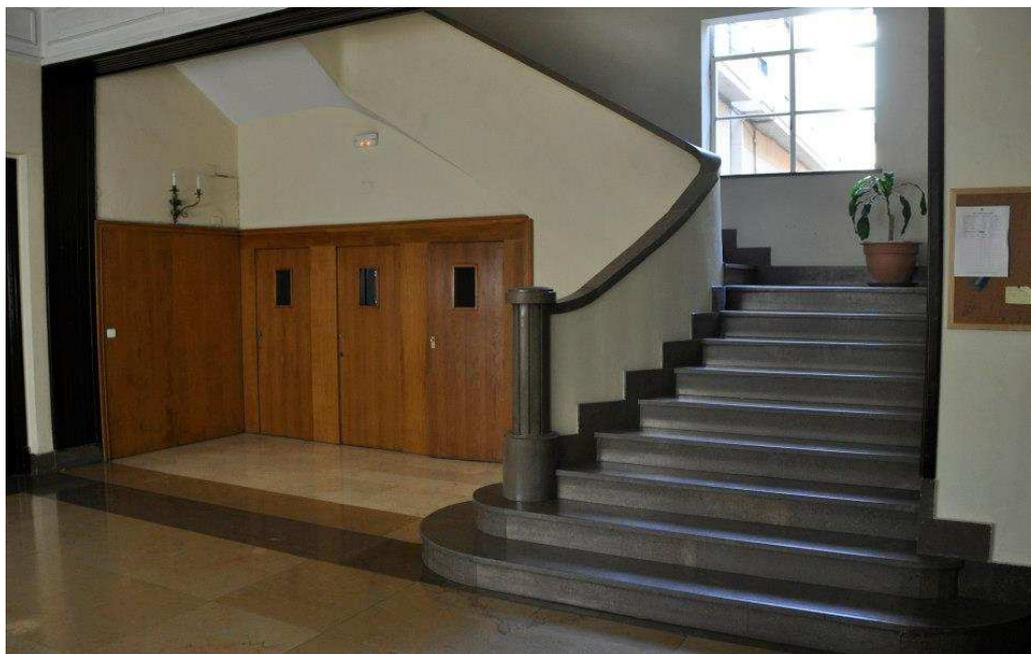
*Figura 13: Fachada oeste Colegio Mayor Lluís Vives
Fuente: Propia*



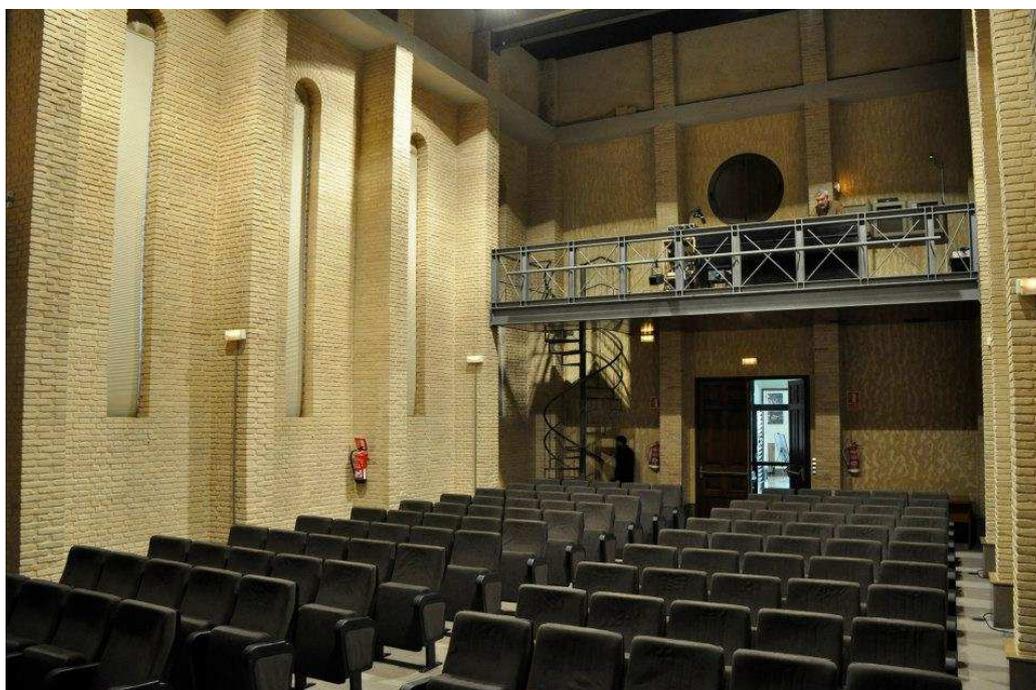
*Figura 14: Maqueta del Colegio Mayor Lluís Vives
Fuente: Fundación Goerlich*

Trabajo Fin de Grado Miguel García Martínez

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València



*Figura 16: Interior Colegio Mayor Lluís Vives. Escaleras planta baja
Fuente: Fundación Goerlich*



*Figura 15: Interior Colegio Mayor Lluís Vives. Auditorio Montaner
Fuente: Fundación Goerlich*

4 Plan de trabajo

El trabajo realizado consiste en los siguientes puntos:

- Realizar un estudio energético del Colegio Mayor Lluís Vives en su estado actual. Se utilizara para ello el programa informático CE3X, reconocido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y de Fomento, para la obtención de la calificación energética del edificio. Con esta calificación se obtendrán los datos de demanda de calefacción y refrigeración, las emisiones de CO₂ globales, de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación y por último, el consumo de energía primaria global, de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación del edificio.
- Con los datos obtenidos, comprobar si el edificio cumple en su estado actual las exigencias del CTE, concretamente, de su Documento Básico de Ahorro de Energía.
- Proponer mejoras en la envolvente térmica, sistemas y equipos del edificio que ayuden a cumplir el CTE y mejorar la demanda y consumo energético destinado a calefacción, refrigeración, ACS e iluminación del edificio.

1.4 CE3X

Para obtener los datos de la calificación energética del Colegio Mayor Lluís Vives, se utilizará, como se ha dicho anteriormente, el programa informático CE3X. Este es uno de los programas reconocidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y de Fomento. Existen otros como el CE3, CALENER y/o CERMA, pero se usará el CE3X ya que

permite hacer la certificación energética de edificios existentes, además de edificios de usos terciarios, que es el caso del edificio a estudio.

Para comenzar a usar el programa y realizar la certificación del edificio, en primer lugar se elegirá de qué tipo de edificio se trata, si es residencial, pequeño terciario o gran terciario. En el caso del Lluís Vives, se trata de un edificio destinado a residencia de estudiantes, por lo tanto se optará por la opción de pequeño terciario.



Figura 17: Asignación tipo de edificio en CE3X

Fuente: Captura de pantalla CE3X

El programa consta de cuatro pestañas en las que iremos introduciendo las diferentes características del edificio. En primer lugar los datos administrativos, luego los datos generales, los datos de la envolvente térmica y por último las instalaciones.

En la primera pestaña, “Datos administrativos”, se introducirán datos como la localización e identificación del edificio, los datos del cliente y los datos del técnico certificador. Estos datos no tendrán repercusión a la hora de la calificación, son simplemente datos informativos. El único dato que influirá, será la localización del edificio, ya que nos determinará la zona climática en la que se encuentra y la trayectoria solar.

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma Localidad Código Postal

Referencia Catastral

Datos del cliente

Nombre o razón social

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma Localidad Código Postal

Teléfono E-mail

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos NIF

Razón social CIF

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma Localidad Código Postal

Teléfono E-mail

Titulación habilitante según normativa vigente

*Figura 18: “Datos Administrativos” de CE3X
Fuente: Captura de pantalla CE3X*

La siguiente pestaña se trata de los “Datos Generales”. Aquí introduciremos datos tales como la fecha de construcción del edificio, para saber la normativa con la que se construyó. Los siguientes datos a introducir serán los referentes al tipo de edificio (Edificio completo o local), perfil de uso (intensidad), superficies, alturas, consumos de ACS...

Datos administrativos Datos generales **Envolvente térmica** Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente: [dropdown] [?] Año construcción: [input]

Tipo de edificio: [dropdown] Perfil de uso: [dropdown]

Provincia/Ciudad autónoma: [dropdown] Localidad: [dropdown] Zona climática: [dropdown] HE-1 HE-4

Definición edificio

Superficie útil habitable: [input] m2

Altura libre de planta: [input] 2,7 m

Número de plantas habitables: [input]

Consumo total diario de ACS: [input] 0 l/día

Masa de las particiones: [dropdown] Meda

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

[Imagen edificio] [Plano situación]

Figura 19: “Datos Generales” de CE3X
Fuente: Captura de pantalla CE3X

La tercera pestaña es lo referente a la “Envolvente térmica”. Según el DB-HE del Código Técnico de la Edificación, la envolvente térmica “*está compuesta por todos los cerramientos que delimitan los espacios habitables con el aire exterior, el terreno u otro edificio, y por todas las particiones interiores que delimitan los espacios habitables con espacios no habitables en contacto con el ambiente exterior.*” Por tanto, aquí introduciremos los tipos de fachadas, soleras, cubiertas, muros en contacto con terreno, huecos, etc. del edificio.

Para conocer perfectamente el comportamiento del edificio y de su envolvente, también es importante conocer las posibles sombras que generen otros edificios u obstáculos remotos al edificio a estudiar. Para ello, se usará el patrón de sombra, donde se introducirán las diferentes fuentes que generan sombra al edificio a estudio.

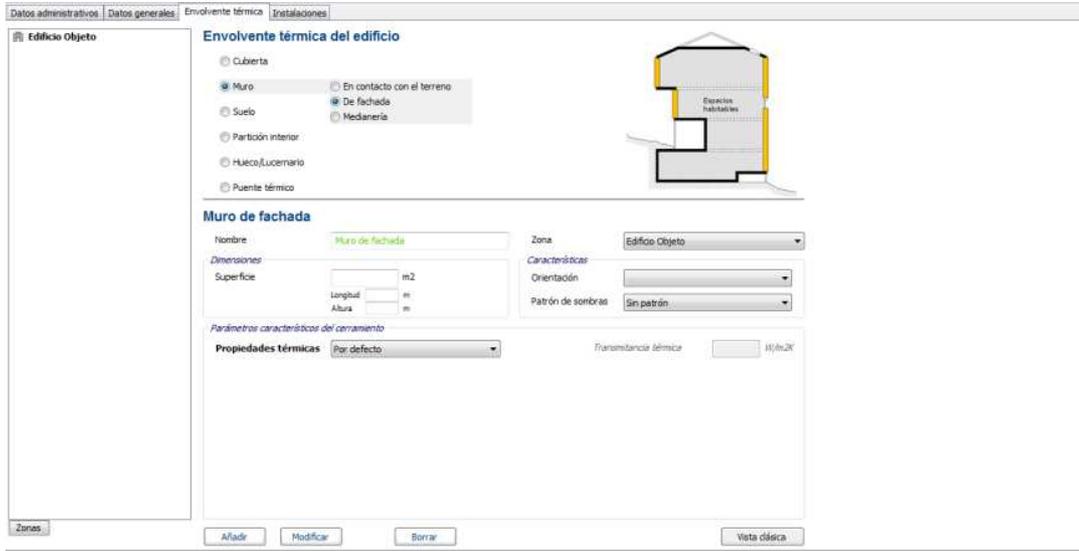


Figura 21: “Envolvente Térmica” CE3X
Fuente: Captura de pantalla CE3X

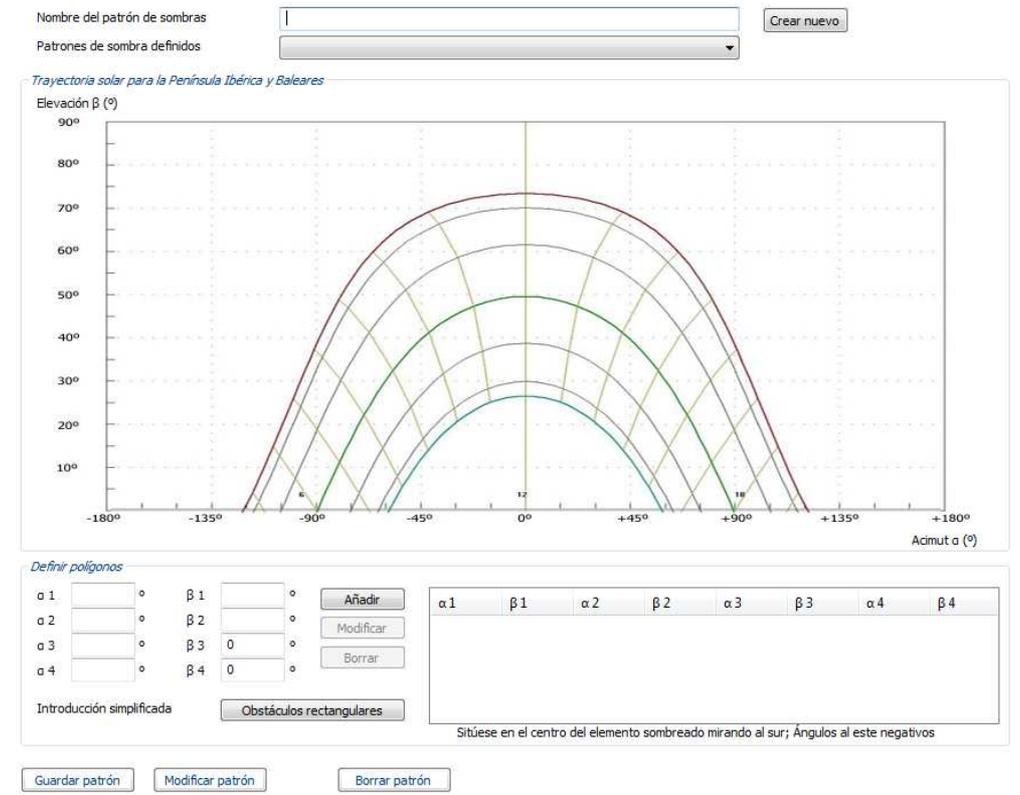


Figura 20: Patrón de sombras de CE3X
Fuente: Captura de pantalla CE3X

Por último está la pestaña de “Instalaciones” en la que se introducen todos los tipos de sistemas que dispone el edificio, tales como equipos de ACS, de calefacción y/o refrigeración, contribuciones energéticas y, en caso de edificios de uso terciario, equipos de iluminación.

Figura 22: “Instalaciones” de CE3x
Fuente: Captura de pantalla CE3X

Una vez introducidos todos los datos del edificio, se podrá obtener la calificación energética de este, y generar el informe donde aparecerán todos los datos introducidos y los calculados por el programa.

2.4 Código Técnico de la Edificación

“El Código Técnico de la Edificación, es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.”

Dispone de una serie de Documentos Básicos, que cada uno de ellos se encarga de establecer unos requisitos básicos para diferentes condiciones de seguridad y/o habitabilidad de un edificio. Estos Documentos Básicos son los siguientes:

- Documento Básico HE: Ahorro de Energía
- Documento Básico HR: Protección frente al Ruido
- Documento Básico HS: Salubridad
- Documento Básico SE: Seguridad Estructural
- Documento Básico SI: Seguridad en caso de Incendios
- Documento Básico SUA: Seguridad de Utilización y Accesibilidad

Para el presente trabajo nos centraremos únicamente en el Documento Básico de Ahorro de Energía.

DB – HE: Ahorro de energía

Este documento Básico pretende reducir la energía consumida por un edificio así como su demanda, y además intentar que la mayor parte de la energía consumida sea procedente de fuentes de energía renovable. Para ello, se establecen diferentes secciones, en las que cada una de ellas se encargará de un aspecto diferente. Estas secciones son las siguientes.

- HE 0: Limitación del consumo energético.

Esta sección pretende limitar el consumo de energía en función de la localización del edificio y su uso. Para ello diferencia entre dos tipos, los de uso residencial y los de otros usos. El Colegio Mayor Lluís Vives, al tratarse de un edificio de uso residencial público, se escogerá la segunda opción.

Para el cumplimiento de esta sección del HE, se debe conseguir que el *“indicador de consumo de Energía Primaria del edificio, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B.”*

- HE 1: Limitación de la demanda energética.

Esta sección, como bien dice, pretende limitar la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, teniendo en cuenta la localización y el uso previsto de este. Al igual que en el caso anterior, para la cuantificación de esta exigencia, la HE 1 diferencia esta limitación dependiendo si el edificio se trata de residencial privado o de otros usos.

En el caso de residencial público (otros usos) debe cumplir que *“el porcentaje de ahorro de la demanda conjunta de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia del edificio debe ser igual o superior al establecido en la tabla 2.2.”*

Depende de la zona climática de verano, 3 en el caso de Valencia, y de las cargas de las fuentes internas del edificio, Media en el caso del Colegio Mayor Lluís Vives. Podemos ver en la Figura 23 que el porcentaje de ahorro mínimo será del 20% respecto al edificio de referencia.

Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

Figura 23: Tabla de porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética

Fuente: CTE – DB – HE 1

El edificio de referencia se trata de un “edificio obtenido a partir del edificio objeto que se define con su misma forma, tamaño, orientación, zonificación interior, uso de cada espacio, e iguales obstáculos, y unas soluciones constructivas con parámetros característicos” que se verá con mayor detalle más adelante.

Otra de las exigencias de esta sección es la limitación de transmitancia térmica de los huecos y envolvente térmica del edificio, así como la impermeabilidad de los huecos. Dependerá de la zona climática de invierno, B en el caso de Valencia. Podemos ver las limitaciones en la Figura 24.

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² •K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² •K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² •K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h•m ²]	< 50	< 50	< 50	< 27	< 27	< 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Figura 24: Tabla de transmitancias máximas y permeabilidad

Fuente: CTE – DB – HE 1

Por último, también se debe cumplir una limitación en cuanto a las condensaciones intersticiales de la envolvente térmica, de tal manera que “estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de vida útil.”

- HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.

Para el cumplimiento de esta sección se han de cumplir las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE. Para el presente trabajo no tendremos en cuenta esta sección del DB – HE.

- HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

En esta sección nos limita el uso de energía destinada a la iluminación interior del edificio. Para ello nos regula dos valores, el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación VEI en W/m^2 y la Potencia instalada en el edificio en W/m^2 .

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Figura 25: Tabla de Valores límite de Eficiencia Energética

Fuente: CTE – DB – HE 3

El primer valor, VEEI depende de la zona de actividad en la que nos encontremos, según la tabla 2.1 del HE 3 que podemos ver en la Figura 25. En el Colegio Mayor Lluís Vives encontramos diferentes zonas de actividad como son; administración en general, zonas comunes, almacenes, archivos, salas técnicas, cocinas, espacios deportivos, salones de actos, auditorios y otros recintos.

Para la potencia instalada se tomará el valor según el uso del edificio (residencial público en el caso del Lluís Vives) de la tabla 2.2 del HE 3 que se puede observar en la Figura 26.

Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m ²]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Figura 26: Tabla de Potencia máxima de iluminación

Fuente: CTE – DB – HE 3

Por último, se exige que se instalen sistemas de control y regulación de iluminación en las diferentes zonas, siendo obligado al menos un sistema de encendido y apagado manual en cada zona. También se deberá instalar un sistema de aprovechamiento de la luz natural en el caso de cumplir las características que podemos ver en la Figura 27.

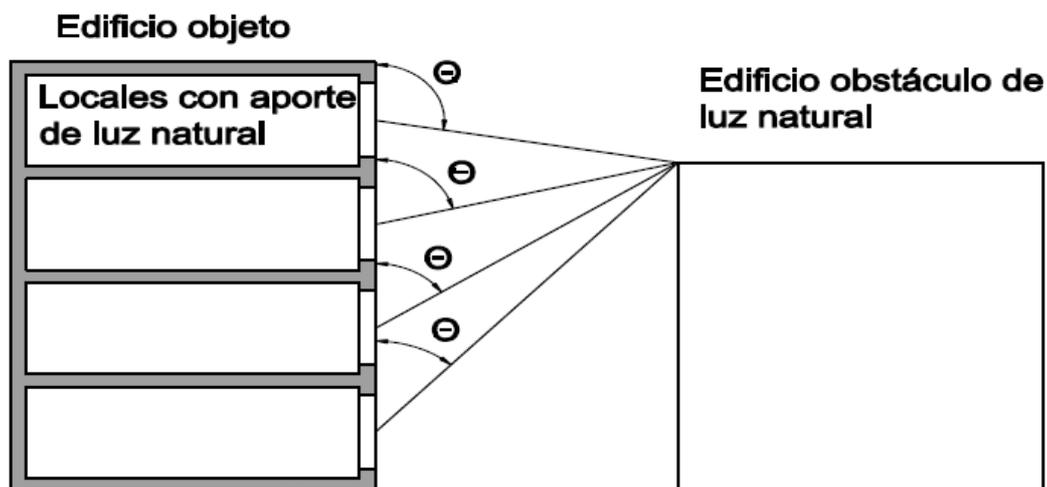


Figura 27: Condiciones de iluminación natural
Fuente: CTE – DB –HE 3

Que sea el ángulo $\vartheta > 65^\circ$ y que se cumpla la expresión: $T \cdot (A_w/A) > 0,11$

También existen otras condiciones para patios interiores y atrios, que en el caso del edificio a estudio, no existen estos elementos, por lo tanto, no es necesario tenerlos en cuenta.

- HE 4: Contribución solar mínima.

Es obligatorio disponer de un sistema de producción de ACS mediante la disposición de paneles solares. Este sistema debe realizarse teniendo en cuenta una serie de requisitos que se establecen en esta sección.

Uno de los requisitos será la contribución solar mínima anual en % de Agua Caliente Sanitaria que se sacará en función de la demanda total. Teniendo en cuenta que el edificio es de uso residencial, la demanda es de 41 l/día·persona y el número de camas del edificio es de 193, por lo tanto la demanda del edificio será de:

$$\text{Demanda ACS} = 41 \text{ l/día} \cdot \text{persona} \times 193 \text{ personas}$$

$$\text{Demanda ACS} = 7913 \text{ l/día}$$

También dependerá de la zona climática (IV en el caso de Valencia). Podemos ver en la Figura 28 que el porcentaje de contribución mínimo anual de ACS será del 60%.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

Figura 28: Tabla de contribución solar mínima para ACS

Fuente: CTE – DB –HE 4

Se deberá conseguir que en ningún mes se exceda el 110% de la contribución solar para la producción de ACS y que no haya más de tres meses seguidos con una contribución del 100%.

Otro requisito a cumplir será que el área total de los captadores tenga un valor que cumpla la condición siguiente:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo V el volumen de la acumulación solar en litros y A la suma del área de los captadores solares en metros cuadrados.

El RITE también regula la superficie de captación, estableciendo una máxima y una mínima según la siguiente expresión:

$$S_{max} = \frac{\text{Demanda ACS diaria}}{50}$$

$$S_{min} = \frac{\text{Demanda ACS diaria}}{80}$$

- HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Esta sección del Documento Básico de Ahorro de Energía no se tendrá en cuenta a la hora de realizar el presente trabajo.

3.4 Edificio de referencia

Como anteriormente se ha visto, para el cumplimiento de la HE 1, es necesario el edificio de referencia. Hay algunos programas, como el LIDER y CALENER VyP, que incorporan en su programa los datos de este edificio. En el caso del CE3X, no aparecen los datos del edificio de referencia, pero como hace falta para el cumplimiento del CTE se realizará un informe con el programa introduciendo las características del edificio de referencia. Para conocer estas características se ha usado el “Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación DTIE 7.03: Entrada de datos a los programas LIDER y CALENER VyP”.

Las características del edificio de referencia son las siguientes:

- Tendrá la misma forma y tamaño que el edificio objeto, no obstante se suprimirán los espacios no habitables. Los muros y soleras en contacto con el terreno, pasan a convertirse en muro y soleras en contacto con el aire exterior.
- El uso del edificio será el mismo, al igual que su zonificación.
- Todos los obstáculos que generen sombra al edificio objeto, se mantendrán en las mismas condiciones para el edificio de referencia.

En cuanto a las soluciones constructivas (se verán con más detalle al final de este punto), deben cumplir los requisitos que establece la sección HE 1 del CTE para la zona climática. El caso de Valencia se trata de zona climática B3 (Tabla B.1 Zonas climáticas de la península Ibérica del Apéndice B de la sección HE 1). Los requisitos a cumplir que aparecen en la Figura 29 son los siguientes:

D.2.7 ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,30$

*Figura 29: Parámetros característicos de la envolvente para Zona climática B3
Fuente: CTE – DB – HE 1 – Apéndice D.2*

- En el caso de los huecos, se deben cumplir los requisitos de la Figura 30. Aparte, la permeabilidad de estos debe ser $50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ para las zonas climáticas A y B y de $27 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ para el resto:

D.2.7 ZONA CLIMÁTICA B3

% de huecos	Transmitancia límite de huecos U_{Hlim} W/m^2K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8	4,9	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3	4,3	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0	4,0	5,6	5,6	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8	3,7	5,4	5,4	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7	3,6	5,2	5,2	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

Figura 30: Parámetros característicos de los huecos para Zona Climática B3

Fuente: CTE – DB – HE 1 – Apéndice D.2

- Los puentes térmicos tendrán las características que se observan en la Tabla 8:

Tabla 8: Transmitancia lineal de referencia de puentes térmicos

Transmitancia lineal de referencia de puentes térmicos procedentes de encuentros entre cerramientos.		ZONA CLIMÁTICA				
CASO		A	B	C	D	E
Encuentro de forjados con fachada	Frente de forjado	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Forjado de cubierta	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	Forjado de suelo al exterior	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Encuentros entre cerramientos verticales	Esquina saliente	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	Esquina entrante	-0,10	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15
Hueco de ventana		0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pilar		0,85	0,85	0,80	0,75	0,70
Unión entre solera en contacto con el terreno y pared exterior		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

- Los niveles de iluminación del edificio de referencia serán los mismos que el edificio objeto y el sistema de iluminación tiene que cumplir las exigencias de la sección HE 3.
- Las instalaciones térmicas, cumplirán los requisitos mínimos de la sección HE 2 y sección HE 4. Por tanto la contribución mínima de ACS deberá ser la mínima para nuestra zona climática. Como se ha visto anteriormente, en el caso del edificio de referencia, será del 60%.
- En el caso de edificios terciarios, toda la calefacción se suministrará con combustible de Gasóleo-C con un rendimiento medio estacional de 0,75 y toda la refrigeración se suministrará con combustible eléctrico con rendimiento medio estacional de 1,70.
- En el caso de que se exija, el edificio de referencia deberá cumplir las condiciones exigidas en la sección HE 5.

Las soluciones constructivas que se adoptarán para el caso del edificio de referencia, para una zona climática B3, serán las siguientes:

COMPOSICIÓN MURO EXTERIOR ($U=0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$):

Fabrica con revestimiento continuo. No ventilada. Aislamiento por el interior.

- Mortero de cemento $1800 < d < 2000$ (1'5cm)
- 1/2 Pie Ladrillo Perforado [$80\text{mm} < G < 100\text{mm}$] (11'5cm)
- Aislante ($R_{AT} = 0'682 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)*
- Ladrillo hueco (4cm)
- Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$ (1'5cm)

COMPOSICIÓN DE CUBIERTA ($U=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$):

Cubierta plana transitable. No ventilada. Solado fijo.

- Plaqueta cerámica (1'5cm)
- Mortero de cemento $1800 < d < 2000$ (1'5cm)
- Aislante ($R_{AT} = 1'815 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)*
- Hormigón de áridos ligeros (7cm)
- Forjado unidireccional con bovedilla cerámica (25cm)

COMPOSICIÓN DE SUELO ($U=0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$):

Plana transitable. No ventilada. Solado fijo

- Plaqueta cerámica (1'5cm)
- Mortero de cemento $1800 < d < 2000$ (1'5cm)
- Aislante ($R_{AT} = 1'646 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)*
- Solera de hormigón armado (20cm)

COMPOSICIÓN DE FORJADO INTERIOR:

Forjado cerámico sin aislamiento.

- Plaqueta cerámica (1'5cm)
- Mortero de cemento $1800 < d < 2000$ (2cm)
- Forjado unidireccional con bovedilla cerámica (25cm)

COMPOSICIÓN DE PARTICIÓN INTERIOR:

Fabrica con revestimiento continuo. No ventilada.

- Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 (2cm)
- Ladrillo hueco (4cm)
- Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 (2cm)

*El R_{AT} Resistencia térmica del aislante, se tomará en función de la zona climática, para llegar a la transmitancia requerida del cerramiento.

En el **Anexo V** del presente trabajo se dispone del Certificado energético del edificio de referencia del Colegio Mayor Lluís Vives.

5 Desarrollo y resultados

En este apartado se verá el desarrollo del trabajo, así como los resultados obtenidos para cada uno de los puntos de este.

1.5 Introducción del edificio en CE3X

En este punto se van a ver los datos del Colegio Mayor Lluís Vives que se introducirán en el programa CE3X, para, posteriormente, obtener la calificación energética.

Datos administrativos

TIPO DE EDIFICIO: Pequeño terciario

LOCALIDAD E IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO:

- Nombre del edificio: Colegio Mayor Lluís Vives
- Dirección: Avenida Blasco Ibáñez, 23
- Provincia: Valencia
- Localidad: Valencia
- Referencia Catastral: 7234705YJ2773C0001ZP (Ver **Anexo II**)

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

- Nombre y Apellidos: Miguel García Martínez
- Razón social: UPV – ETSIE
- Dirección: Camino de Vera, s/n
- Provincia: Valencia
- Localidad: Valencia
- E-mail: miguel_gm89@hotmail.com
- Titulación: Arquitecto Técnico

Datos generales

DATOS GENERALES:

- Normativa vigente: Anterior
- Año de construcción: 1954
- Tipo de edificio: Edificio completo
- Perfil de uso: Intensidad Media – 24h

DEFINICION DEL EDIFICIO:

- Superficie útil habitable: 50004,76 m²
- Altura libre de plantas: 3,24m*
- Nº de plantas habitables: 6
- Consumo de ACS: 7913 l/día
- Masa de las particiones: Media

*La altura libre de plantas se sacará mediante la media ponderada de la altura libre de cada planta con su superficie. (Ver Tabla 9):

Tabla 9: Alturas libre y porcentaje para cálculo de la media ponderada

PLANTA	ALTURA LIBRE	SUPERFICIE	% SUPERFICIE
SEMISOTANO	3,26 m	990,66 m ²	19,79%
BAJA	4,20 m	1.441,30 m ²	28,80%
PRIMERA	2,70 m	936,03 m ²	18,70%
SEGUNDA	2,70 m	879,93 m ²	17,58%
TERCERA	2,70 m	431,97 m ²	8,63%
CUARTA	2,70 m	324,87 m ²	6,49%

Patrones de sombra

Para introducir las sombras que se generan en el edificio por los objetos remotos, se ha optado por la manera simplificada, mediante obstáculos rectangulares. En el caso del edificio existen varios patrones de sombra. A continuación se procede a describir cada uno de ellos. Esta información se complementa con los planos de la del **Anexo III** del presente trabajo.

SUR:

La fachada sur esta obstaculizada por una serie de árboles plantados cerca de la entrada que se pueden ver en las Figuras 31 y 32. Al no poder incorporar árboles como patrón de sombra en el programa, se simplificará a modo de un elemento rectangular de 35m de base y 15m de altura a una distancia aproximada de 6,80m desde la fachada sur.



*Figura 31: Obstáculos fachada sur
Fuente: Propia*



*Figura 32: Obstáculos fachada sur
Fuente: Propia*

ESTE:

En la zona este del Lluís Vives, encontramos un bloque de edificios de 17 plantas que generan sombra sobre nuestro edificio que podemos ver en las Figuras 33 y 34. Para este obstáculo se diferenciará entre dos líneas de fachada este que veremos más adelante. El obstáculo se representa mediante un rectángulo de 95,8m de base y 51m de altura (17 p x 3 m/p) a 66m de la primera línea de fachada y a 82m de la segunda línea de fachada.



*Figura 34: Obstáculo fachada este
Fuente: Propia*



*Figura 33: Obstáculo fachada este
Fuente: Propia*

OESTE:

En la zona oeste encontramos la Facultad de Psicología (Figura 35) que genera sombra sobre el edificio. Al igual que en el caso anterior, se diferenciará entre dos líneas de fachada que se verá más adelante. El obstáculo se representará mediante un rectángulo de 55,6m de base y 15m de altura a 39m de la primera línea de fachada y a 55m de la segunda.



*Figura 35: Obstáculo fachada oeste. Facultad de Psicología
Fuente: Propia*

NORTE:

El patrón de sombra para la fachada norte se obviará ya que por el norte no pasa el sol, y por lo tanto, no se generarán sombras en esta zona.

INTERIOR:

Encontramos una serie de fachadas que se obstaculizan entre ellas, dos fachadas de la zona de la residencia (una al este y otra al oeste) que les obstaculiza la antigua capilla (ahora auditorio), y las dos fachadas del auditorio que se ven obstaculizadas por las dos alas de la residencia. La capilla se representará mediante un rectángulo de 24m de base por 13m de altura y el ala del edificio con un rectángulo de 24m de base y 11m de altura aproximadamente. Ambos a una distancia de 4m. En las Figuras 36 y 37 vemos estas fachadas.



Figura 37: obstáculo fachada interior
Fuente: Propia

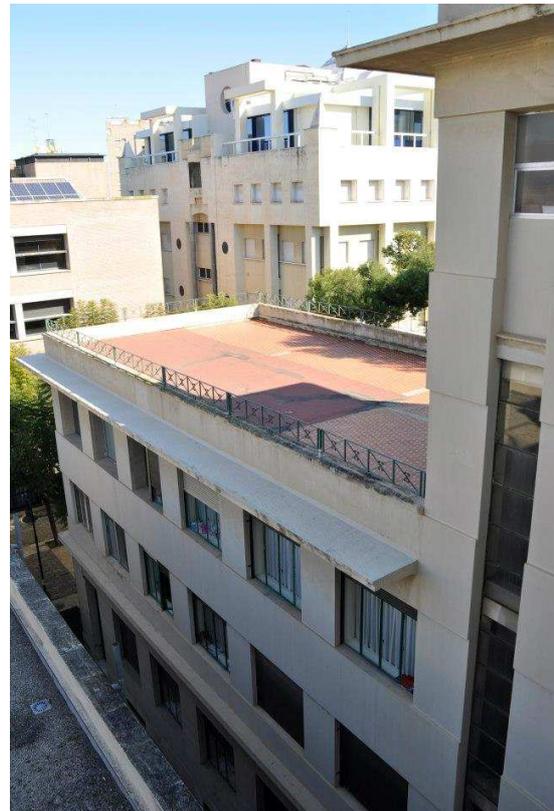


Figura 36: Obstáculo fachada interior
Fuente: Fundación Goerlich

Envolvente térmica

FACHADAS:

SUR:

Sólo existe una fachada que da al sur del edificio con una superficie de 1.163,85 m².

ESTE:

Existen varias fachadas con orientación al este, en primer lugar, en la parte más exterior del edificio, distinguiremos entre dos líneas de fachada, una primera línea con una superficie total de 165,61 m² y una segunda línea (más retranqueada) de 422,22 m².

Existen otras dos fachadas que dan al este, una corresponde a una de las alas del edificio, con una superficie de 434,70 m² y la otra, la fachada de la antigua capilla, con una superficie total de 231,66 m².

OESTE:

Al mantener cierta simetría el edificio, las condiciones de las fachadas que dan al oeste son similares a las fachadas que dan al este. En la zona más exterior, también se diferencian entre dos líneas de fachada, la primera línea con una superficie de 199,41 m² y la segunda línea (más retranqueada) con una superficie de 422,13 m².

Existe otra fachada en un ala del edificio con una superficie de 434,70 m² y la fachada a oeste de la antigua capilla con 231,66 m² de superficie.

NORTE:

Se diferenciará entre dos fachadas que dan al norte del edificio, una será la correspondiente a la antigua capilla, con una superficie de 101,34 m². El resto, será la fachada correspondiente a la zona residencial con 1147,08 m² de superficie.

En general, en cuanto a los sistemas constructivos, existirán dos tipos de fachada, la fachada perteneciente a la antigua capilla o auditorio Montaner (una al norte, una al este y otra al oeste) y la correspondiente al resto de la residencia

Las soluciones constructivas son las vistas anteriormente en el apartado 2.3. Memoria constructiva, por lo tanto se introducirán con la opción de “Propiedades térmicas: Conocidas” mediante la librería de cerramientos.

La fachada de la residencia tendrá la solución constructiva que aparece en la Tabla 10:

Tabla 10: Solución constructiva de la fachada del Lluís Vives

	MATERIAL	ESPEJOR
FACHADA 1 (Luis Vives)	Mortero de cemento d > 2000	0,020 cm
	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020 cm
	ESPEJOR TOTAL	0,500 cm
	TRANSMITANCIA TÉRMICA	1,240 W/m²K

La fachada de la antigua capilla tendrá la solución constructiva de la Tabla 11:

Tabla 11: Solución constructiva fachada del auditorio Montaner del Lluís Vives

	MATERIAL	ESPEJOR
FACHADA 2 (Capilla)	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	ESPEJOR TOTAL	0,460 cm
	TRANSMITANCIA TÉRMICA	1,310 W/m²K

CUBIERTA:

La cubierta se introducirá de igual manera que la fachada, mediante la opción de “Propiedades térmicas: Conocidas”. Será de tipo catalana (vista anteriormente) y tendrá una superficie de 1.588,27 m², se puede ver la solución constructiva en la siguiente tabla:

Tabla 12: Solución constructiva de la cubierta del Lluís Vives

		MATERIAL	ESPEJOR
CUBIERTA CATALANA		Plaqueta cerámica	0,010 cm
		Mortero de agarre d > 2000	0,020 cm
		Impermeabilización PVC	0,001 cm
		Tablero de bardos cerámicos	0,040 cm
		Cámara de aire ligeramente ventilada	0,100 cm
		FU con bovedilla cerámica y viguetas metálicas	0,250 cm
		Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
		Cámara de aire no ventilada	0,100 cm
		Falso techo de placas de escayola	0,015 cm
		ESPEJOR TOTAL	0,546 cm
	TRANSMITANCIA TÉRMICA	1,090 W/m²K	

SOLERA:

Para la solera, el programa CE3X no deja introducir la solución constructiva, únicamente deja mediante la opción “Propiedades térmicas: Estimadas”, por lo tanto, se introducirá:

- Superficie: 1.796,58 m²
- Profundidad: Mayor que 0,5 m (3,26 m)
- Perímetro: 338,63 m

El programa calcula automáticamente la transmitancia térmica que será de:

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO:

Al igual que ocurre con la solera, el muro en contacto con terreno se deberá introducir con la opción de “Propiedades térmicas: Estimadas”.

- Superficie: 1.063,77 m²
- Profundidad de la parte enterrada: 3,26 m

El programa calcula automáticamente la transmitancia térmica que será de:

$$U = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$$

HUECOS

Para la introducción de los huecos, se agruparán estos en función de su tipo, de tal manera, que dentro de un grupo, todos los huecos tendrán las mismas características (sombras, porcentaje de superficie de marco...). En los planos que se encuentran en el **Anexo V**, podemos ver los grupos de huecos en las diferentes fachadas.

Las características constructivas de todos los huecos serán las siguientes:

- Permeabilidad: Poco estanco (100 m³/h·m²)
- Absortividad del marco: 0,88 (Verde oscuro)
- Tipo de vidrio: Simple
- Tipo de marco: Metálico sin RPT

Al igual que en la solera y muro en contacto con terreno, el programa calcula la transmitancia del vidrio y del marco automáticamente:

$$U_{\text{VIDRIO}} = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{MARCO}} = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

En la Tabla 13 vemos un pequeño resumen de las superficies de fachadas y huecos que tenemos:

Tabla 13: Superficies de las fachadas y huecos del Colegio Mayor Lluís Vives

	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE SIN HUECOS	SUPERFICIE HUECOS
FACHADA SUR (PRINCIPAL)	1.163,84 m ²	788,85 m ²	375,00 m ²
FACHADA NORTE	1.147,08 m ²	854,06 m ²	293,02 m ²
FACHADA NORTE (CAPILLA)	101,34 m ²	97,35 m ²	4,00 m ²
FACHADA ESTE (1ª LÍNEA)	165,61 m ²	108,88 m ²	56,73 m ²
FACHADA ESTE (2ª LÍNEA)	422,22 m ²	289,80 m ²	132,43 m ²
FACHADA ESTE (INTERIOR)	434,70 m ²	330,76 m ²	103,94 m ²
FACHADA ESTE (CAPILLA)	231,66 m ²	205,65 m ²	26,01 m ²
FACHADA OESTE (1ª LÍNEA)	199,41 m ²	145,14 m ²	54,27 m ²
FACHADA OESTE (2ª LÍNEA)	422,13 m ²	289,71 m ²	132,43 m ²
FACHADA OESTE (INTERIOR)	434,70 m ²	326,78 m ²	107,92 m ²
FACHADA OESTE (CAPILLA)	231,66 m ²	211,23 m ²	20,43 m ²

PUENTES TÉRMICOS:

Los puentes térmicos que existen en el edificio son los siguientes (introducidos por defecto):

- Pilar integrado en fachada
- Contorno de huecos
- Caja de persiana
- Encuentro de fachada con forjado
- Encuentro de fachada con cubierta
- Encuentro de fachada con solera

Sistemas

En el edificio existen cuatro tipos de sistemas que se introducirán en el programa. Los sistemas de aire acondicionado, el sistema de calefacción y ACS, el sistema de contribución solar para ACS y los equipos de iluminación.

EQUIPOS DE ARIE ACONDICIONADO:

Existen siete equipos de aire acondicionado (Equipo de calefacción y refrigeración) en el edificio, uno para cada recinto:

- Sala de estudios de planta semisótano: 137,63 m²
- Sala de estudios de planta baja: 110,61 m²
- Sala de televisión de planta baja: 124,62 m²
- Administración de planta baja: 46,04 m²
- Despacho del director de planta baja: 31,53 m²
- Comedor de planta baja: 138,63 m²
- Salón/comedor de planta cuarta: 35,53 m²

Cada uno de estos equipos tendrán las mismas características y se introducirán mediante la opción de “Rendimiento estacional: Estimado según instalación”.

- Tipo de generador: Bomba Calor
- Tipo de combustible: Eléctrico
- Antigüedad del equipo: Más de 10 años
- Rendimiento medio estacional (Calefacción): 80,20%
- Rendimiento medio estacional (Refrigeración): 98,50%

RADIADORES Y ACS:

Existe un equipo mixto de calefacción y ACS para los radiadores del edificio y el agua caliente de uso. Se trata de una caldera con acumulación, al igual que el equipo anterior, se introducirá mediante la opción “Rendimiento estacional: Estimado según instalación”.

- Tipo de generador: Caldera estándar
- Tipo de combustible: Gas Natural
- Superficie ACS: 5.004,76 m²
- Superficie calefacción: 2.358,24 m²
- Potencia nominal: 24 kW
- Carga media real: 0,2
- Rendimiento de combustión: 85%
- Aislamiento de la caldera: Antigua con mal aislamiento
- Rendimiento medio estacional: 56,8%
- Acumulación: 4 depósitos de 1000 l
- Valor UA: 48,7 W/k

CONTRIBUCIÓN SOLAR PARA ACS:

El porcentaje de demanda de ACS cubierto será de un 25%. Los cálculos de este porcentaje se ven en el **Anexo IV**.

- Equipo: Por defecto
- Superficie: 2,000 m²
- Factor óptico: 0,9000
- Factor perdida: 6,0000
- Número de captadores: 35
- Superficie total: 70 m²

ILUMINACIÓN:

Se diferenciará entre ocho zonas de iluminación, cada una de ellas con unas características diferentes.

Zonas comunes:

- Superficie: 1.461,38 m²
- Actividad: Zonas comunes
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

Habitaciones:

- Superficie: 1.365,60 m²
- Actividad: Otros
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

Gimnasio:

- Superficie: 46,54 m²
- Actividad: Espacios deportivos
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 700 lux

Almacenes/Archivo:

- Superficie: 469,70 m²
- Actividad: Almacenes, archivo, salas técnicas y cocina
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 300 lux

Cocina/Comedor:

- Superficie: 384,71 m²
- Actividad: Almacenes, archivo, salas técnicas y cocina
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 300 lux

Baños:

- Superficie: 422,54 m²
- Actividad: Otros
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

Despachos:

- Superficie: 85,37 m²
- Actividad: Administrativo en general

- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

Salas/Auditorios

- Superficie: 469,70 m²
- Actividad: Salones de actos y auditorios*
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

*Esta zona de actividad aparece en la actualización del HE y por lo tanto no aparece en el programa CE3X, ya que aun no ha sido actualizado, por lo tanto el tipo de actividad será: "Otros".

Una vez introducidos todos estos datos, se puede proceder al cálculo de la calificación energética del edificio (Figura 38). El Certificado de eficiencia del edificio en su estado inicial, generado por el programa CE3X, se encuentra en el **Anexo V** del presente trabajo.



Figura 38: Calificación energética del edificio

Fuente: CE3X

2.5 Cumplimiento DB – HE

A continuación se comprueba si el edificio, en su estado actual, cumple las condiciones exigidas por el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

HE 0 – LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Para cumplir esta sección, el consumo debería alcanzar el de una eficiencia de Clase B, por lo tanto **NO CUMPLE**. (Ver Tabla 14):

Tabla 14: Comprobación de consumo energético de Energía Primaria

Consumo energético de Energía Primaria	kW·h/m ² ·año	Eficiencia
Estado actual	385,42	Clase D
Cumplimiento DB HE0	227,60	Clase B

HE 1 – LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para cumplir esta exigencia, con consumo total de calefacción y refrigeración, debería ser un 20% menos que el edificio de referencia (Certificado de eficiencia del edificio de referencia en el **Anexo V** del presente trabajo), por lo tanto **NO CUMPLE**. (Ver Tabla 15):

Tabla 15: Comprobación de la limitación de demanda energética

Limitación demanda energética	Calefacción	Refrigeración	Total
Estado actual	55,13	74,95	130,08
Edificio de referencia	43,57	77,32	120,89
Cumplimiento DB HE1	Ahorro 20% Edificio Referencia		96,71

En cuanto a las limitaciones de descompensaciones se puede observar en la siguiente tabla, que los únicos elementos que cumplen las exigencias son la solera y el muro en contacto con el terreno, por lo tanto esta exigencia **NO CUMPLE**:

Tabla 16: Comprobación de transmitancias térmicas máximas de los elementos de la envolvente térmica

ELEMENTO	SUP. TOTAL	TIPO DE FACHADA	TRANS. TÉRMICA	EXIGENCIAS CTE
FACHADA SUR (PRINCIPAL)	1163,84	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA NORTE	1147,08	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA NORTE (CAPILLA)	101,34	Fachada 2	1,31	1,00
FACHADA ESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA ESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA ESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA ESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	1,31	1,00
FACHADA OESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA OESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA OESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA OESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	1,31	1,00
CUBIERTA	1588,27	Cubierta Catalana	1,09	0,65
MURO EN CONTACTO CON TERRENO	1063,77	Estimado	0,98	1,00
SOLERA	1796,58	Estimado	0,24	1,00

En cuanto los huecos **NO CUMPLE** ninguna de las dos exigencias, ni a permeabilidad ni a transmitancia como se puede observar en la Tabla 17:

Tabla 17: Comprobación de la transmitancia y permeabilidad de los huecos

HUECOS	PERMEABILIDAD	TRANSMITANCIA
Para zona climática B	50 m ³ /h·m ²	4,20 W/m ² ·K
Estado actual	100 m ³ /h·m ²	5,7 W/m ² ·K

Por último se ve la limitación de condensaciones. Se ha calculado mediante el programa “Condensaciones” si existen o no condensaciones en las dos fachadas tipo, tanto para verano como para invierno. Los resultados han sido que en ningún caso existen esas condensaciones. Por tanto este punto del HE 1 si que **CUMPLE**.

Podemos ver los informes generados por el programa con el perfil de presiones de vapor y temperatura en el **Anexo VI** del presente trabajo.

HE 3 – EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

En primer lugar, se puede ver en la Tabla 18 que la exigencia del primer punto del HE 3 referente al valor límite de eficiencia energética VEEI si que **CUMPLE** para todos los casos:

Tabla 18: Comprobación del Valor límite de eficiencia energética de iluminación

Zona del Edificio	VEEI	VEEI limite	Zona de actividad
Zonas comunes	2,56	4,00	Zonas comunes
Habitaciones	2,56	4,00	Otros
Gimnasio	2,56	4,00	Espacios deportivos
Almacenes/Archivo	2,56	4,00	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocina
Cocinas/Comedor	2,56	4,00	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocina
Baños	2,56	4,00	Otros
Despachos	2,56	3,00	Administrativo en general
Salas/Auditorio	2,56	8,00	Salones de actos, auditorios

El segundo punto es el referente a la potencia máxima instalada. Se comprueba en la Tabla 19 que en algunos casos cumple y en otros no (Gimnasio, Despachos y Salas/Auditorios), por lo tanto la exigencia **NO CUMPLE** con lo establecido en la sección HE 3:

Tabla 19: Comprobación de la potencia máxima instalada

Zona del Edificio	Potencia instalada	Potencia máxima	Uso del edificio
Zonas comunes	2,56	12,00	Residencial Público
Habitaciones	2,56	12,00	Residencial Público
Gimnasio	17,95	12,00	Residencial Público
Almacenes/Archivo	7,69	12,00	Residencial Público
Cocinas/Comedor	7,69	12,00	Residencial Público
Baños	2,56	12,00	Residencial Público
Despachos	12,82	12,00	Residencial Público
Salas/Auditorio	12,81	12,00	Residencial Público

En último lugar, en cuanto a sistemas de control y regulación, el edificio sí que cuenta con sistemas de control de encendido y apagado en cada una de las estancias. No obstante no cuenta con sistemas de aprovechamiento de luz natural, y según los planos que se pueden ver en el **Anexo VII** del presente trabajo, en los puntos donde se cumplen las condiciones del CTE se debería instalar este sistema. Por tanto **NO CUMPLE** el último punto del HE 3.

HE 4 – CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS

Con el cálculo realizado de la contribución solar mínima que se dispone, como se ha visto anteriormente, en el **Anexo IV**, se observa que **NO CUMPLE** el porcentaje de contribución solar mínima establecido por el HE 4 del CTE. En la Tabla 20 podemos ver un resumen de los resultados:

Tabla 20: Comprobación de la contribución solar mínima

CUMPLIMIENTO CONTRIBUCION SOLAR MÍNIMA	
Nº CAPTADORES ELEGIDO	35
CONTRIBUCION SOLAR MÍNIMA	60%
FACTOR SOLAR	25,39%

En cuanto a la superficie mínima de los captadores, según la expresión $50 < V/A < 180$, se observa que si que se **CUMPLE** este objetivo. Se puede comprobar en la Tabla 21:

Tabla 21: Comprobación de la superficie de captación según HE 4

CUMPLIMIENTO SUPERFICIE CAPTADORES	
AREA CAPTADORES	70 m ²
VOLUMEN ACUMULACIÓN SOLAR	4.000 l
V/A	57,1

Por último, en cuanto a la exigencia del RITE de la limitación de la superficie de captación, se observa en la Tabla 22 que **NO CUMPLE** la exigencia:

Tabla 22: Comprobación de la superficie de captación según RITE

CUMPLIMIENTO SUPERFICIE CAPTADORES SEGÚN RITE	
SUPERFICIE MÁXIMA	121,51 m ²
SUPERFICIE MÍNIMA	75,95 m ²
AREA CAPTADORES	70 m ²

En la Tabla 23 podemos ver en resumen el cumplimiento o no de cada uno de las secciones del Documento Básico de Ahorro de Energía:

Tabla 23: Cuadro resumen cumplimiento CTE – DB - HE

DB	SECCIÓN CTE	CUMPLIMIENTO	
Ahorro de Energía	HE 0	Limitación del consumo energético	NO CUMPLE
	HE 1	Limitación demanda energética	NO CUMPLE
		Limitación de las descompensaciones	NO CUMPLE
		Limitación de las condensaciones	CUMPLE
	HE 3	Valor de Eficiencia Energética de la Instalación	CUMPLE
		Potencia máxima instalada	NO CUMPLE
		Sistemas de control y regularización	NO CUMPLE
	HE 4	Contribución solar mínima	NO CUMPLE
		Área total de captadores	CUMPLE

6 Propuesta de mejora

Por último, se propondrá una serie de mejoras para el Colegio Mayor Lluís Vives, teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

1.6 Medidas pasivas

En lo que respecta a las medidas pasivas (actuación sobre la envolvente térmica) vemos que los puntos más débiles serían los huecos y la fachada.

En primer lugar, se debería actuar sobre los huecos, ya que este edificio tiene un gran número de ventanas, y por tanto, este punto afecta en gran medida a las características térmicas del edificio.

Al tratarse de un edificio antiguo con las carpinterías en muy mal estado, se debería empezar por cambiar todas las carpinterías existentes, por otras con un marco con rotura de puente térmico o de PVC. Por otro lado el vidrio simple existente, se cambiaría por un vidrio doble de baja emisividad térmica.

Otro aspecto en el edificio, es que gran parte de las ventanas del edificio, tienen incidencia directa con el sol. Se podría aprovechar este aspecto incorporando un dispositivo que se pueda controlar para aprovechar el sol durante el invierno, de tal manera que disminuyamos la demanda de calefacción y que durante el verano pueda tapar la radiación solar para que no nos disminuya el uso de refrigeración.

Con unos toldos verticales traslucidos colocados por el exterior de las ventanas, podemos conseguir este efecto, y además aprovechar la luz del sol aunque estos se encuentren completamente bajados, simplemente nos evitaría la entrada de radiación.

En segundo lugar, habría que intervenir en la fachada, ya que no cumple con los requisitos mínimos del CTE. Ya que en su estado actual no dispone de aislamiento, deberíamos actuar incorporándole uno.

Se podría intervenir de tres formas, incorporando un aislamiento por el interior mediante un trasdosado, por una capa intermedia inyectando en la cámara existente un poliuretano o por el exterior, mediante el Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior o sistema SATE.

Entre las tres opciones, la más recomendable sería el sistema SATE, ya que con esto, conseguiríamos, a demás de mejorar la transmitancia de los cerramientos de fachada, acabar con algunos de los puentes térmicos del edificio.

No obstante, se debería actuar intentando mantener el aspecto estético del edificio, Realizando un acabado igual que el existente. Para la zona del auditorio, que en ambas caras son acabados de caravista, se podría intervenir mediante la inyección de poliuretano, de tal manera que conservaríamos el aspecto actual de este.

2.6 Medidas Activas

Por otro lado tenemos las medidas activas, aquellas medidas que afectan a los sistemas del edificio.

Con las medidas pasivas habríamos conseguido bajar la demanda de energía del edificio, no obstante, se debería actuar también en los sistemas, ya que se tratan de sistemas antiguos con bajos rendimientos.

En primer lugar se debería actuar en el equipo de producción de ACS mediante radiación solar, ya que el existente no cumple con las exigencias establecidas.

Se debería disponer de más superficie de captación, ya que aunque cumplamos en este punto, aun tenemos margen por arriba de superficie máxima y así poder aumentar la contribución solar mínima.

Se deberían cambiar las placas solares por unas de mayor eficacia, de tal manera que la diferencia de superficie no sea muy elevada. No obstante, también se debería poner algún mecanismo que nos permitiera tapar y destapar algunas placas solares de manera manual, ya que durante los meses de verano, la radiación solar es mucho mayor, y si tenemos demasiada captación solar, podría ser perjudicial para nuestro equipo.

En cuanto a los sistemas de calefacción y refrigeración, se podría sustituir por otros de mayor eficacia o por un combustible más eficiente. Pero sobre todo, se podría sustituir el tipo de luminarias del edificio, por unas de mayor eficiencia energética con menor consumo, de tal manera que bajara el consumo de energía destinado a iluminación sin necesidad de realizar una gran intervención.

Capítulo 2.

Conclusiones

El presente trabajo es un estudio acerca del comportamiento térmico y energético de un edificio. En este caso, se trata de un edificio singular y de un uso particular, el de residencial público (ya sea de estudiantes, de profesores o de otro tipo de público). Esta investigación ayudaría a una posible intervención en el Colegio Mayor Lluís Vives. En el trabajo se han propuesto algunas medidas de mejora, pero sin examinar cómo afectarían realmente al edificio. Se podría seguir la investigación estudiando distintas propuestas de intervención, para ver cómo afectaría cada una de estas al comportamiento del edificio.

Al tratarse de un edificio emblemático de la ciudad de Valencia, y perteneciente a la Universidad, debemos incentivar el mantenimiento de este, y en el caso de que necesite una rehabilitación, mejorar sus prestaciones, tanto energéticas como de otro tipo (acústicas, estructurales, eliminación de barreras arquitectónicas...) intentando conservar el edificio por su valor arquitectónico.

Hemos visto, que aun tratándose de un edificio construido a la década de los 40, tiene un buen comportamiento térmico, aunque no llegue a lo establecido en el actual Código Técnico de la Edificación. Con una pequeña rehabilitación se podría llegar a estos estándares, incluso ir un poco más lejos e intentar que el edificio consuma muy poca energía, y que esta se trate de energía renovable.

Poco a poco debemos de ir concienciando a la sociedad que el tema del ahorro energético, del consumo de energías renovables y el buen uso de los edificios, es importante para el medio ambiente y para nuestros bolsillos. Pero nosotros como técnicos, debemos intervenir y ayudar al usuario a facilitarle esta labor, realizando edificios o rehabilitándolos de tal manera que sean confortables con un uso mínimo de energía.

Capítulo 3.

Referencias Bibliográficas

ARCADIO GARCÍA, ANTONIO GARCÍA, VÍCTOR SOTO, JOSÉ MANUEL PINAZO. *DTIE 7.03 Entrada de datos a los programas LIDER y CALENER VyP*. Madrid: ATECYR, 2008.

ASOCIACIÓN TÉCNICA ESPAÑOLA DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN. *Guía técnica de diseño de centrales de calor eficiente*. Madrid, 2010.

“Ficha 235”. En: FRANCISCO TABERNER PASTOR. *Guía de Arquitectura de Valencia*. Valencia: CTAV, 2007.

IDAE INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA. *Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. Información y consejos para las comunidades de vecinos*. Madrid, 2008.

SERGI PEREZ COBOS. *Certificación energética en edificios existentes*. Barcelona: marcombo, 2013.

HEMEROTECA

H. GARCÍA. “La Universitat pide licencia para añadir dos alturas al histórico colegio Luis Vives”. *LEVANTE El Mercantil Valenciano*, MIÉRCOLES, 2 de enero de 2013, p. 14.

JOSÉ PARRILLA. “La Universitat pide que se paralice la protección de sus ocho edificios más emblemáticos”. *LEVANTE El Mercantil Valencian*, VIERNES, 24 de mayo de 2013, p. 16.

MAGDA R. BROX. “Efeméride de un Colegio Mayor”. *EL PAÍS*, LUNES, 13 de junio de 2005.

NORMATIVA:

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, *por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.*

Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, *por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE “Ahorro de Energía”, del Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.*

Directiva 92/42/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, *relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos.*

Capítulo 4.

Índice de Tablas

Tabla 1: Recintos por planta	14
Tabla 2: Superficies construidas por planta y total	16
Tabla 3: Superficies útiles por planta y total	16
Tabla 4: Superficies habitables por planta y total	17
Tabla 5: Solución constructiva de la fachada del Lluís Vives	20
Tabla 6: Solución constructiva de la fachada del auditorio Montaner...	21
Tabla 7: Solución constructiva de la cubierta del Lluís Vives	22
Tabla 8: Transmitancia lineal de referencia de puentes térmicos	43
Tabla 9: Alturas libre y porcentaje para cálculo de la media ponderada	48
Tabla 10: Solución constructiva de la fachada del Lluís Vives	54
Tabla 11: Solución constructiva fachada del auditorio Montaner del Lluís Vives.....	55
Tabla 12: Solución constructiva de la cubierta del Lluís Vives	56
Tabla 13: Superficies de las fachadas y huecos del Colegio Mayor Lluís Vives.....	58
Tabla 14: Comprobación de consumo energético de Energía Primaria .	64
Tabla 15: Comprobación de la limitación de demanda energética.....	64
Tabla 16: Comprobación de transmitancias térmicas máximas de los elementos de la envolvente térmica.....	65
Tabla 17: Comprobación de la transmitancia y permeabilidad de los huecos.....	66

Tabla 18: Comprobación del Valor límite de eficiencia energética de iluminación	67
Tabla 19: Comprobación de la potencia máxima instalada.....	67
Tabla 20: Comprobación de la contribución solar mínima.....	68
Tabla 21: Comprobación de la superficie de captación según HE 4.....	68
Tabla 22: Comprobación de la superficie de captación según RITE	69
Tabla 23: Cuadro resumen cumplimiento CTE – DB - HE	69

Índice de Figuras

Figura 1: Situación Lluís Vives.....	13
Figura 2: Cimentación Lluís Vives	18
Figura 3: Cimentación Lluís Vives	18
Figura 4: Pilares y cruiías	19
Figura 5: Pilares y cruiías	19
Figura 6: Aparejo flamenco	20
Figura 7: Puerta principal del Colegio Mayor Lluís Vives.....	23
Figura 8: Fachada sur Colegio Mayor Lluís Vives.....	24
Figura 9: Fachada este Lluís Vives	24
Figura 10: Fachada este Lluís Vives	24
Figura 11: Fachada este Colegio Mayor Lluís Vives	25
Figura 12: Fachada norte Colegio Mayor Lluís Vives	25
Figura 13: Fachada oeste Colegio Mayor Lluís Vives.....	26
Figura 14: Maqueta del Colegio Mayor Lluís Vives.....	26
Figura 15: Interior Colegio Mayor Lluís Vives. Auditorio Montaner.....	27
Figura 16: Interior Colegio Mayor Lluís Vives. Escaleras planta baja	27
Figura 17: Asignación tipo de edificio en CE3X.....	29
Figura 18: “Datos Administrativos” de CE3X.....	30
Figura 19: “Datos Generales” de CE3X	31
Figura 20: Patrón de sombras de CE3X.....	32
Figura 21: “Envolvente Térmica” CE3X.....	32
Figura 22: “Instalaciones” de CE3x.....	33
Figura 23: Tabla de porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética.....	35
Figura 24: Tabla de transmitancias máximas y permeabilidad	36
Figura 25: Tabla de Valores límite de Eficiencia Energética	37

Figura 26: Tabla de Potencia máxima de iluminación	38
Figura 27: Condiciones de iluminación natural	39
Figura 28: Tabla de contribución solar mínima para ACS.....	40
Figura 29: Parámetros característicos de la envolvente para Zona climática B3.....	42
Figura 30: Parámetros característicos de los huecos para Zona Climática B3.....	43
Figura 31: Obstáculos fachada sur.....	49
Figura 32: Obstáculos fachada sur.....	49
Figura 33: Obstáculo fachada este	50
Figura 34: Obstáculo fachada este	50
Figura 35: Obstáculo fachada oeste. Facultad de Psicología.....	51
Figura 36: Obstáculo fachada interior	52
Figura 37: obstáculo fachada interior.....	52
Figura 38: Calificación energética del edificio	63

Anexo I

Planos del Colegio Mayor Lluís Vives

Anexo II

Referencia catastral del inmueble

Anexo III

Planos de apoyo para CE3X

Anexo IV

Cálculo de ACS

Anexo V

Certificado Energético

1 – Edificio Referencia

2 – Edificio actual

Anexo VI

Informe de condensaciones

1 – Fachada Lluís Vives - Verano

2 – Fachada Lluís Vives – Invierno

3 – Fachada Auditorio Montaner - Verano

4 – Fachada Auditorio Montaner - Invierno

Anexo VII

Planos de iluminación HE 3